

10/519226

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年1月8日 (08.01.2004)

PCT

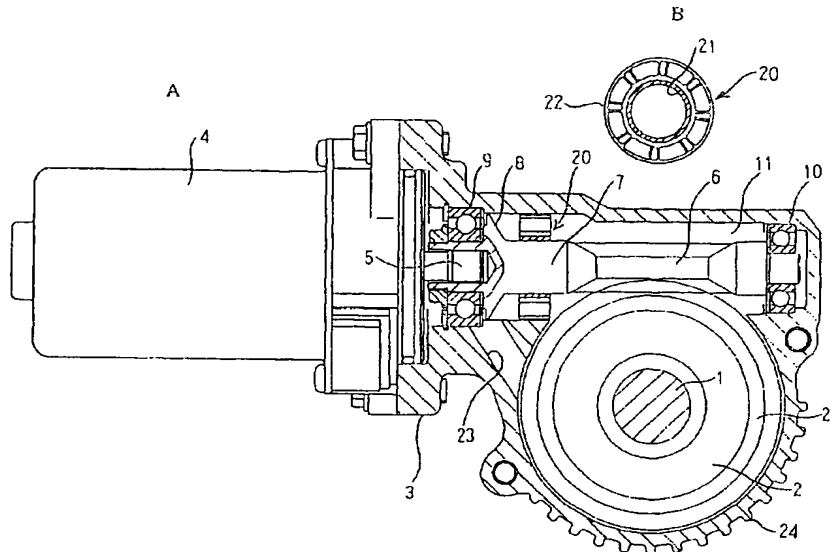
(10) 国際公開番号  
WO 2004/002807 A1

- (51) 国際特許分類: B62D 5/04, F16H 57/02, 57/04 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/005684 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 力石 一穂  
(22) 国際出願日: 2003年5月7日 (07.05.2003) (CHIKARAISHI, Kazuo) [JP/JP]; 〒371-0853 群馬県  
前橋市 総社町 1丁目8番1号 日本精工株式会社内  
Gunma (JP).  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 井上 義雄 (INOUE, Yoshio); 〒103-0027 東京  
都 中央区 日本橋 3丁目1番4号 画廊ビル 3階 Tokyo  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (JP).  
(30) 優先権データ: 特願2002-188312 2002年6月27日 (27.06.2002) JP (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,  
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GI, GM, GR, HU,  
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本精 川区 大崎 1丁目6番3号 Tokyo (JP).  
工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都 品  
川 区 大崎 1丁目6番3号 Tokyo (JP).  
NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

/続葉有/

(54) Title: VEHICLE POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 車両用パワーステアリング装置



(57) Abstract: A motor-driven power steering device adapted to speed-reduce the rotation output from a driving source by a worm gear speed reducer and transmit it as an auxiliary steering torque to a steering shaft in such a manner as to supplement the steering force applied to a steering wheel, and adapted to steer the ground-engaging wheels is provided with a cooling means for circulating air within the gear chamber of the worm gear speed reducer to cool the gear chamber interior.

(57) 要約: ステアリングホイールに印加した操舵力を補助するように、補助操舵トルクとして駆動源の回転出力をウォームギヤ減速機により減速して操舵軸に伝達し、車輪を転舵する

/続葉有/

WO 2004/002807 A1



SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,  
YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 車両用パワーステアリング装置

## 5 技術分野

本発明は、ウォームギヤ減速機を備えた車両用パワーステアリング装置に関する。

## 背景技術

- 10 車両の電動パワーステアリング装置として、補助操舵トルクとなる電動モータの回転出力を動力伝達機構により減速して操舵軸に伝達し、ステアリングホイールに印加した操舵力を補助して、車輪の操舵を行うように構成したものが知られている。

- このような電動パワーステアリング装置においては、ハウジング内に設けた動力伝達機構を用いて、電動モータの回転を減速しつつ出力軸に動力を伝達している。この動力伝達機構として、レイアウト性に優れていることから、一般的には、
- 15 ウォームギヤ減速機を用いている。

- このような歯車減速機においては、円滑にトルク伝達を行なうためには、バックラッシュが不可欠であるが、バックラッシュがあると、その反転時、噛合歯の
- 20 歯面同士の衝突音（ラトル音）が生じる。

ウォームの噛合歯は、金属製であるが、この衝突音を低減して、円滑なトルク伝達を行なうため、ウォームホイールの噛合歯は、樹脂製にしてある。

- ウォームギヤ減速機は、軸方向の異なる2つの離間した軸間で回転を伝達する機構であり、ウォームとウォームホイールの噛合歯面は、滑り接触による伝達と
- 25 なっていることから、滑り損失を生起する。操舵装置用に逆作動が可能なギヤ諸元とした場合においても、伝達効率は、90%程度となっており、少なくとも1

0%の損失を招来している。

この10%の損失は、噛合歯同士の噛合い部では、発熱となって生起し、伝達動力が大きければ大きいほど、発熱量も比例して大きくなる。しかも、ウォームホイールの噛合歯は、樹脂製であって、熱伝導率が金属に比べて悪く、熱が逃げ  
5 難いため、ウォームとウォームホイールの噛合歯同士の噛合い部の温度は、非常に上昇し易くなっている。

噛合い部の温度が高くなると、噛合歯の樹脂の強度低下によって、その磨耗が大きくなり、また、潤滑グリースの劣化も進行する。その結果、潤滑グリースの劣化により一度潤滑不良が発生すると、噛合歯の歯面同士の摩擦係数が大きくなり、更に発熱量が増えるという悪循環に陥り、急激に樹脂製の噛合歯の磨耗が進行することから、樹脂製の噛合歯は、寿命が比較的長くないといったことがある。  
10

このようなことから、重量が重く、大きな補助操舵力を必要とする車両に、電動パワーステアリング装置を装着しようとする場合、大きな補助操舵力に対応して伝達動力の大きいウォームギヤ減速機を採用するが、実際には、熱損失に起因する樹脂製の噛合歯の劣化を考慮して、より一層伝達動力の大きいウォームギヤ減速機を用いる必要があり、ウォームギヤ減速機の大型化を招来し、車両への搭載性を阻害するといったことがある。  
15

以上から、熱損失に起因する噛合歯の劣化を防止し、これにより、噛合歯の耐久性を向上して長寿命化を図ると共に、ウォームギヤ減速機の小型化を図りたい  
20 といった要望がある。

なお、特開2002-54696号公報には、ウォームに潤滑剤溜まりを設け、ウォームの回転に伴って、潤滑剤を噛合歯に供給し、これにより、噛合歯の摩耗を防止して耐久性を向上した構成が開示してある。しかし、ウォームギヤ減速機のギヤ室内を冷却することに関しては、何ら開示していない。

25

発明の開示

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、嚙合歯の耐久性を向上して長寿命化を図ると共に、ウォームギヤ減速機の小型化を図ることができる車両用パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

上記の目的を達成するため、本発明の車両用パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加した操舵力を補助するように、補助操舵トルクとして電動モータの回転出力をウォームギヤ減速機により減速して操舵軸に伝達し、車輪を転舵するようにした電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ減速機のギヤ室内を冷却する冷却手段を具備することを特徴とする。

10 本発明によれば、ウォームギヤ減速機のギヤ室内を冷却する冷却手段が設けられているため、ウォームを冷却すると共に、ウォームホイールの嚙合歯を冷却して、熱損失に起因する嚙合歯の劣化を防止して、嚙合歯の耐久性を向上して長寿命化を図ると共に、ウォームギヤ減速機の小型化を図り、車両への搭載性を向上することができる。

15 本発明の車両用パワーステアリング装置において、また、本発明に係る車両用パワーステアリング装置において、前記冷却手段は、好ましくは前記ウォームギヤ減速機のウォームに装着した冷却用ファンとすることができる。この構成によれば、ウォームギヤ減速機のウォームに、冷却用ファンが装着してあるため、ウォームギヤ室内では、ウォームの回転に伴って、冷却用ファンが回転して、室内  
20 の空気が強制的に循環し、ウォームを冷却すると共に、ウォームホイールの嚙合歯を冷却して、熱損失に起因する嚙合歯の劣化を防止して、嚙合歯の耐久性を向上して長寿命化を図ると共に、ウォームギヤ減速機の小型化を図り、車両への搭載性を向上することができる。

また、比較的熱伝導率の良好な金属製ウォームの嚙合歯の表面に、空気を積極的に送風して、ウォームの嚙合歯の放熱を促し、これにより、温度が低下したウォームの嚙合歯の表面をウォームホイールの嚙合歯に接触して、ウォームホイー  
25

ルの噛合歯の温度を一層低下することができる。

さらに、発熱量（W）は、伝達動力に比例して増大するが、歯面押付荷重（N）  
×摩擦係数×滑り速度（m/s）であり、回転数に比例することから、回転数に  
応じて、風量が増える冷却用ファンを設けることによって、噛合歯の噛合い部か  
5 らの熱を空冷によって効果的に放出でき、ひいては、ウォームホイールの噛合歯  
の寿命を向上することができる。

さらに、本発明に係る車両用パワーステアリング装置の好ましい第2の態様に  
おいて、前記ウォームギヤ減速機のハウジングに、前記ギヤ室内空気を循環する  
ための循環路を形成することができる。このように、ウォームギヤ減速機のハウ  
10 ジングに、ギヤ室内空気を循環するための循環路が形成すると、ギヤ室内での空  
気の循環をより一層促進することができる。

さらに、本発明に係る車両用パワーステアリング装置の好ましい第3の態様に  
おいて、前記ウォームギヤ減速機のハウジングの外表面に、放熱フィンを形成す  
ることが好ましい。

15 このように、ウォームギヤ減速機のハウジングの外表面に、放熱フィンが形成  
すると、放熱性をより一層向上することができる。

なお、本発明に係る車両用パワーステアリング装置は、補助操舵トルクの駆動  
源として、電動モータに限定されず、他のものであってもよい。また、ウォーム  
ホイールの噛合歯も樹脂製に限定されるものではない。

20

#### 図面の簡単な説明

図1Aは、本発明の実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図  
であり、図1Bは、冷却用ファンの側面図である。

図2は、冷却用ファンの拡大側面図である。

25

#### 発明の実施の形態

以下、本発明の実施の形態に係る車両用パワーステアリング装置を図面を参照しつつ説明する。

図 1 A は、本発明の一実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、図 1 B は、冷却用ファンの側面図である。図 2 は、冷却用ファンの拡大側面図である。

図 1 A に示すように、本実施の形態に係る電動パワーステアリング装置では、ステアリングホイール（図示略）に連結したステアリングシャフト（入力軸、図示略）に、トーションバー（図示略）等を介して出力軸 1（操舵軸）が連結してあり、この出力軸 1 に、ウォームギヤ減速機のウォームホイール 2 が固定してある。このウォームホイール 2 の嚙合歯 2 a は、好適には、樹脂により形成してある。

ウォームギヤ減速機を収納するハウジング 3 には、電動モータ 4 が取付けてある。電動モータ 4 の駆動軸 5 は、雄スプライン（又は雄セレーション）に形成してある。

ウォームギヤ減速機のウォーム 6 を有するウォーム軸 7 は、そのモータ側に筒状部 8 を一体に備えており、筒状部 8 の内面には、雌スプライン（又は雌セレーション）が形成してある。

この筒状部 8 が電動モータ 4 の駆動軸 5 にスプライン（セレーション）嵌合しており、これにより、ウォーム軸 7 は、駆動軸 5 と共に一体的に回転できると共に、駆動軸 5 に対して、軸方向移動自在になっている。

ウォーム軸 7 は、その両端で、軸受 9、10 によりハウジング 3 に回転自在に支持してある。

本実施の形態では、ウォームギヤ減速機のウォーム軸 7 に、冷却用ファン 20 が嵌合してあり、ウォーム軸 7 と一体的に回転できるようになっている。

図 1 B 及び図 2 に示すように、冷却用ファン 20 は、金属製の芯金 21 に、羽根部 22 を樹脂インジェクション成形して、ウォーム軸 7 に圧入固定してある。

ハウジング 3 には、ギヤ室 1 1 内のウォーム軸 7 側とウォームホイール 2 側とを連通して、ギヤ室 1 1 内の空気を循環するための循環路 2 3 が形成してある。

さらに、ハウジング 3 の外表面に、多数の放熱フィン 2 4 が形成してある。

このように、本実施の形態では、ウォーム軸 7 に、冷却用ファン 2 0 が嵌合してあるため、ウォームギヤ室 1 1 内では、ウォーム軸 7 の回転に伴って、冷却用ファン 2 0 が回転して、ギヤ室 1 1 内の空気が強制的に循環し、ウォーム 6 を冷却すると共に、ウォームホイール 2 の樹脂製の噛合歯 2 a を冷却して、熱損失に起因する樹脂製の噛合歯 2 a の劣化を防止して、樹脂製の噛合歯 2 a の耐久性を向上して長寿命化を図ると共に、ウォームギヤ減速機の小型化を図り、車両への搭載性を向上することができる。

また、比較的熱伝導率の良好な金属製ウォーム 6 の噛合歯の表面に、空気を積極的に送風して、ウォーム 6 の噛合歯の放熱を促し、これにより、温度が低下したウォーム 6 の噛合歯の表面をウォームホイール 2 の樹脂製の噛合歯 2 a に接触して、ウォームホイール 2 の樹脂製の噛合歯 2 a の温度を一層低下することができる。

さらに、発熱量 (W) は、伝達動力に比例して増大するが、歯面押付荷重 (N) × 摩擦係数 × 滑り速度 (m/s) であり、回転数に比例することから、回転数に応じて、風量が増える冷却用ファン 2 0 を設けることによって、噛合歯 2 a の噛合い部からの熱を空冷によって効果的に放出でき、ひいては、ウォームホイール 2 の樹脂製の噛合歯 2 a の寿命を向上することができる。

さらに、ハウジング 3 に、ギヤ室 1 1 内空気を循環するための循環路 2 3 が形成してあるため、ギヤ室 1 1 内での空気の循環をより一層促進することができる。

例えば、ウォーム軸 7 を一方向に回転すると、冷却用ファン 2 0 が回転して、ギヤ室 1 1 内空気は、冷却用ファン 2 0 → ウォーム 6 → ウォームホイール 2 の噛合歯 2 a → ウォームホイール 2 の外周部 → 循環路 2 3 の経路で循環することができる。他方向にウォーム軸 7 を回転させた場合は、逆の流れとなる。



さらに、ハウジング 3 の外表面に、放熱フィン 2 4 が形成してあるため、放熱性をより一層向上することができる。

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されず、種々変形可能である。本発明に係る車両用パワーステアリング装置は、補助操舵トルクの駆動源として、  
5 電動モータに限定されず、他のものであってもよい。また、ウォームホイールの噛合歯も樹脂製に限定されるものではない。

以上説明したように、本発明によれば、ウォームギヤ減速機のギヤ室内を冷却する冷却手段が設けてあるため、ウォームを冷却すると共に、ウォームホイールの噛合歯を冷却して、熱損失に起因する噛合歯の劣化を防止して、噛合歯の耐久  
10 性を向上して長寿命化を図ると共に、ウォームギヤ減速機の小型化を図り、車両への搭載性を向上することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. ステアリングホイールに印加した操舵力を補助するように、補助操舵トルクとして駆動源の回転出力をウォームギヤ減速機により減速して操舵軸に伝達し、車輪を転舵するようにした電動パワーステアリング装置において、  
5 前記ウォームギヤ減速機のギヤ室内を冷却する冷却手段を具備することを特徴とする車両用パワーステアリング装置。
2. 前記冷却手段は、前記ウォームギヤ減速機のウォームに装着した冷却用ファンから成ることを特徴とする請求項1に記載の車両用パワーステアリング装置。  
10
3. 前記ウォームギヤ減速機のハウジングには、前記ギヤ室内空気を循環するための循環路が設けてあることを特徴とする請求項1又は2に記載の車両用パワーステアリング装置。  
15
4. 前記冷却手段は、前記ウォームギヤ減速機のハウジングの外表面に形成された放熱フィンから成ることを特徴とする請求項1又は2に記載の車両用パワーステアリング装置。  
20
5. 前記冷却手段は、前記ウォームギヤ減速機のハウジング外表面に形成された放熱フィンから成る請求項3に記載の車両用パワーステアリング装置。

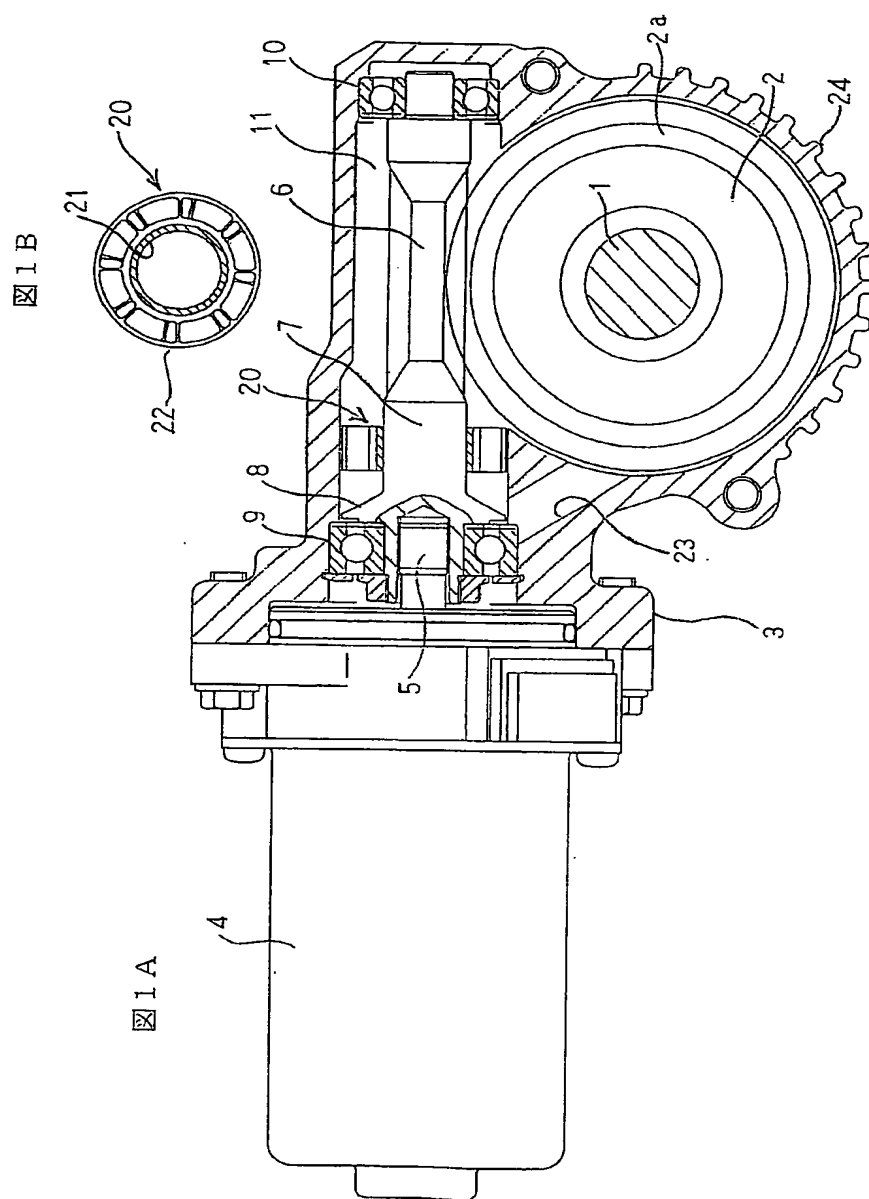
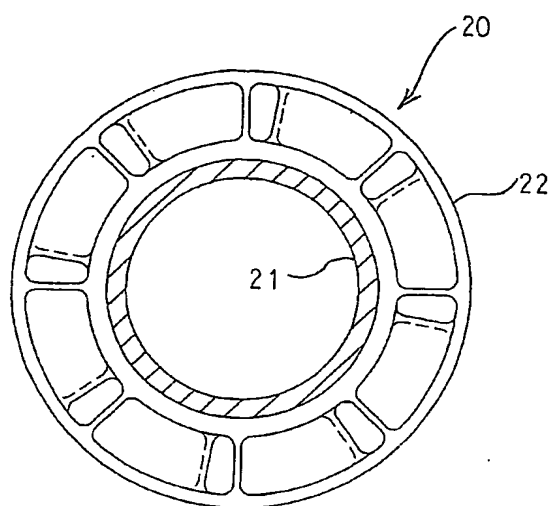


図 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05684

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B62D5/04, F16H57/02, F16H57/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B62D5/04, F16H57/02, F16H57/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 8-156808 A (NSK Ltd.), 18 June, 1996 (18.06.96), & US 5732790 A & GB 2295590 A & DE 19544755 A	1, 3, 4, 5 2
Y	JP 53-141863 A (Rui Ieruku GmbH.), 11 December, 1978 (11.12.78), (Family: none)	2, 4, 5
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 46550/1990 (Laid-open No. 5177/1992) (Daihatsu Motor Co., Ltd.), 17 January, 1992 (17.01.92), (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
04 August, 2003 (04.08.03)Date of mailing of the international search report  
19 August, 2003 (19.08.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05684

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-316270 A (Omron Corp.), 15 November, 1994 (15.11.94), (Family: none)	1-5
A	JP 4-102754 A (Fujitsu Ltd.), 03 April, 1992 (03.04.92), (Family: none)	1-5

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. B62D5/04, F16H57/02, F16H57/04

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. B62D5/04, F16H57/02, F16H57/04

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 8-156808 A (日本精工株式会社) 1996. 0	1, 3, 4, 5
Y	6. 18&US 5732790 A&GB 2295590 A &DE 19544755 A	2
Y	JP 53-141863 A (ルイ・イエルク・ゲゼルシャフト・ ミット・ベシュレンクテル・ハフツング) 1978. 12. 11 (ファミリーなし)	2, 4, 5
A	日本国実用新案登録出願2-46550号 (日本国実用新案登録出 願公開4-5177号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を 撮影したマイクロフィルム (ダイハツ工業株式会社), 1992. 01. 17 (ファミリーなし)	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行情若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04. 08. 03

国際調査報告の発送日

19. 08. 03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大谷謙仁

3Q

9433

電話番号 03-3581-1101 内線 3380

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 6-316270 A (オムロン株式会社) 1994. 1 1. 15 (ファミリーなし)	1-5
A	J P 4-102754 A (富士通株式会社) 1992. 04. 03 (ファミリーなし)	1-5



(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 1 月 8 日 (08.01.2004)

PCT

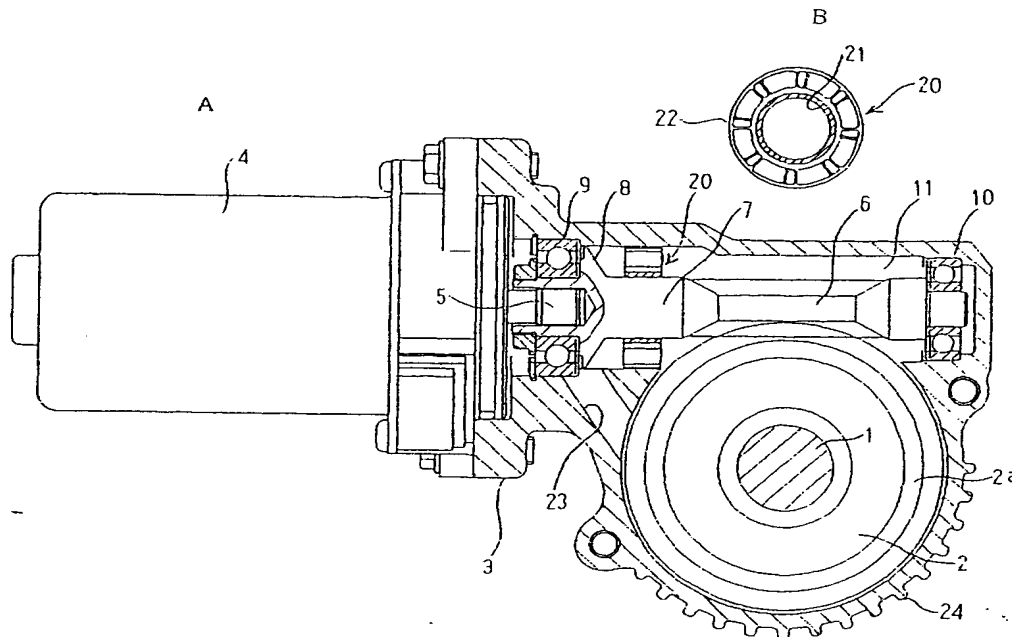
(10) 国際公開番号  
WO 2004/002807 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B62D 5/04, F16H 57/02, 57/04  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/005684  
(22) 国際出願日: 2003 年 5 月 7 日 (07.05.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2002-188312 2002 年 6 月 27 日 (27.06.2002) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP).  
(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 力石 一穂 (CHIKARAISHI, Kazuo) [JP/JP]; 〒371-0853 群馬県前橋市総社町 1 丁目 8 番 1 号 日本精工株式会社内 Gunma (JP).  
(74) 代理人: 井上 義雄 (INOUE, Yoshio); 〒103-0027 東京都中央区日本橋 3 丁目 1 番 4 号 画廊ビル 3 階 Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) Title: VEHICLE POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 車両用パワーステアリング装置



(57) Abstract: A motor-driven power steering device adapted to speed-reduce the rotation output from a driving source by a worm gear speed reducer and transmit it as an auxiliary steering torque to a steering shaft in such a manner as to supplement the steering force applied to a steering wheel, and adapted to steer the ground-engaging wheels is provided with a cooling means for circulating air within the gear chamber of the worm gear speed reducer to cool the gear chamber interior.

(57) 要約: ステアリングホイールに印加した操舵力を補助するように、補助操舵トルクとして駆動源の回転出力をウォームギヤ減速機により減速して操舵軸に伝達し、車輪を転舵する

[続葉有]



SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,  
YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

- 1 -

NSK2528PCTUS

## DESCRIPTION

## POWER STEERING APPARATUS FOR VEHICLE

5

Technical Field

The present invention relates to a power steering apparatus for a vehicle that includes a worm gear speed reducer.

10

Background Arts

What is known as an electric power steering apparatus for a vehicle is constructed such that a rotational output of an electric motor, which serves an auxiliary steering torque, is decelerated by a power transmission mechanism and thus transmitted to a steering shaft, and travelling wheels are steered in a way that a steering force applied to a steering wheel is assisted.

20

In this type of electric power steering apparatus, the power is transmitted to an output shaft while decelerating rotations of the electric motor by use of the power transmission mechanism provided within housing. As this power transmission mechanism, there is generally used a worm gear speed reducer for the reason of its being excellent in terms of a layout characteristic.

25

In this type of gear speed reducer, a smooth torque transmission inevitably involves a backlash. If the backlash occurs, however, butting noises (rattle noises) are produced between tooth faces of meshing teeth when in reversed rotations thereof.

The meshing tooth of the worm is made from a metal, however, the meshing tooth of the worm wheel is made from a resin in order to smoothly transmit the torque by reducing those butting noises.

The worm gear speed reducer is a mechanism for transmitting rotations to between two shafts different in their axial directions and disposed apart from each other, wherein the meshing tooth faces of the worm and of the worm wheel are formed to transmit the rotations through their slide contact and therefore cause a slide loss. Transmission efficiency is on the order or 90% even in the case of taking gear specifications enabling a reversed operation for a steering apparatus, and at least a 10% loss is induced.

This 10% loss appears as a heat emission at a meshing portion between the meshing teeth, and a heat generation quantity rises proportionally as the transmission power increases. Besides, the meshing tooth of the worm wheel is resinous and has a poor coefficient of thermal conductivity as compared with the metal. This resinous tooth is hard to let the

heat escape, with the result that a temperature of the meshing portion between the meshing teeth of the worm and of the worm wheel is extremely easy to rise.

When the temperature of the meshing portion rises, rigidity of the resin of the meshing tooth declines, resulting in a large abrasion. Further, deterioration of a lubricating grease gets progressed. As a result, if a lubrication defect once occurs due to the deterioration of the lubricating grease, the mechanism falls into a vicious circle that a frictional coefficient between the tooth faces of the meshing teeth increases, and the heat generation quantity further rises. Then, the abrasion of the resinous meshing tooth gets advanced very soon, and therefore the resinous meshing tooth might have comparatively a short lifetime.

This being the case, when trying to mount the electric power steering apparatus on a vehicle having a heavy weight and requiring a large auxiliary steering force, there is adopted a worm gear speed reducer having large transmission power corresponding to the large auxiliary steering force. In fact, however, it is required to use the worm gear speed reducer having much larger transmission power in consideration of the deterioration of the resinous meshing tooth that is caused by the heat loss. This brings about a scale-up of the worm gear speed

reducer, which hinders mountability on the vehicle.

What has described above leads to demands for preventing the deterioration of the meshing tooth that is caused by the heat loss and for scheming to consequently increase the life-time by improving durability of the meshing tooth and to downsize the worm gear speed reducer.

Note that Japanese Patent Application Laid-Open No. 2002-54696 discloses a construction, wherein the worm is provided with a lubricating agent reservoir from which a lubricating agent is supplied to the meshing tooth as the worm rotates, thereby preventing the abrasion of the meshing tooth to attain improved durability. There is, however, disclosed nothing about cooling the interior of the gear chamber of the worm gear speed reducer.

#### Disclosure of the Invention

It is an object of the present invention, which was devised under such circumstances, to provide a power steering apparatus for a vehicle, which is capable of increasing a lifetime by improving durability of a meshing tooth and of downsizing a worm gear speed reducer.

To accomplish the above object, in an electric power steering apparatus constructed such that a rotational output of a drive source is, as an

auxiliary steering torque, decelerated by a worm gear speed reducer and thus transmitted to a steering shaft so as to assist a steering force applied to a steering wheel, and travelling wheels are thereby steered, a power steering apparatus for a vehicle according to the present invention includes cooling means for cooling an interior of a gear chamber of the worm gear speed reducer.

According to the present invention, since the cooling means for cooling the interior of the gear chamber of the worm gear speed reducer is provided, the worm is cooled, and also the meshing tooth of the worm wheel is cooled as well. This prevents deterioration of the meshing tooth that is caused by a heat loss, thereby scheming to increase a lifetime of the meshing tooth with improved durability thereof and to downsize the worm gear speed reducer. Mountability of the downsized worm gear speed reducer on the vehicle can be therefore improved.

In the power steering apparatus for the vehicle according to the present invention, preferably the cooling means can be constructed of a cooling fan attached to a worm of the worm gear speed reducer. According to this construction, the cooling fan is fitted to the worm of the worm gear speed reducer. Therefore, in the interior of the worm gear, the cooling fan rotates as the worm rotates, whereby the

air is forcibly circulated within the chamber, thus cooling the worm and also the meshing tooth of the worm wheel. This prevents the deterioration of the meshing tooth that is caused by the heat loss,

5       thereby scheming to increase the lifetime of the meshing tooth with the improved durability thereof and to downsize the worm gear speed reducer. The mountability of the downsized worm gear speed reducer on the vehicle can be therefore improved.

10               Further, heat radiation of the meshing tooth of the worm is accelerated by positively blowing the air onto the surface of the meshing tooth of the metallic worm exhibiting comparatively a high coefficient of thermal conductivity. The surface of the meshing  
15       tooth of the worm, of which a temperature consequently decreases, is brought into contact with the meshing tooth of the worm wheel, thereby enabling a further decrease in temperature of the meshing tooth of the worm wheel.

20               Moreover, a heat generation quantity (W) rises in proportion with transmission power and is given by Tooth Face Pressing Load (N) X Frictional Coefficient X Slide Speed (m/s). The heat generation quantity (W) is also proportional to the number of rotations.  
25       Hence, the cooling fan, which increases an air flow rate as the number of rotations rises, is provided, whereby the heat from a meshing portion of the



meshing tooth can be effectively radiated through air-cooling, and resultantly the life-time of the meshing tooth of the worm wheel can be improved.

5 In a second preferred aspect of the power steering apparatus for the vehicle according to the present invention, housing of the worm gear speed reducer may be provided with a circulation path for circulating the air in the gear chamber. Thus, when the housing of the worm gear speed reducer is  
10 provided with the circulation path for circulating the air in the gear chamber, the air circulation in the gear chamber can be further accelerated.

Still further, in a third preferred aspect of the power steering apparatus for the vehicle  
15 according to the present invention, it is preferable that heat radiation fins be formed on an external surface of the housing of the worm gear speed reducer.

Thus, when the heat radiation fins are formed on the external surface of the housing of the worm  
20 gear speed reducer. A heat radiation property can be further improved.

Note that in the power steering apparatus for the vehicle according to the present invention, a drive source of the auxiliary steering torque is not  
25 limited to an electric motor, and other drive sources are available. Further, a material of the meshing tooth of the worm wheel is not limited to a resin.

Brief Description of the Drawings

FIG. 1A is a vertical sectional view of an electric power steering apparatus in an embodiment of the present invention; FIG. 1B is a side view of a cooling fan; and

FIG. 2 is an enlarged side view of the cooling fan.

The Embodiment of the Invention

A power steering apparatus for a vehicle in an embodiment of the present invention will hereinafter be described with reference to the drawings.

FIG. 1A is a vertical sectional view of the electric power steering apparatus according to one embodiment of the present invention. FIG. 1B is a side view of a cooling fan. FIG. 2 is an enlarged side view of the cooling fan.

As shown in FIG. 1A, in the electric power steering apparatus in the present embodiment, an output shaft 1 (steering shaft) is connected via a torsion bar (unillustrated) to a steering shaft (input shaft which is not shown) connected to a steering wheel (not shown). Worm wheel 2 of a worm gear speed reducer is fixed to this output shaft 1. The meshing teeth 2a of the worm wheel 2 are formed preferably of a resin.

An electric motor 4 is attached to housing 3 that accommodates the worm gear speed reducer. A drive shaft 5 of the electric motor 4 is formed with a male spline (or a male serration).

5           A worm shaft 7 having a worm 6 of the worm gear speed reducer integrally has a cylindrical portion 8 on the motor side, and an internal face of the cylindrical portion 8 is formed with a female spline (or a female serration).

10           The cylindrical portion 8 is spline-fitted (or serration-fitted) to the drive shaft 5 of the electric motor 4, whereby the worm shaft 7 becomes rotatable integrally with the drive shaft 5 and movable along the drive shaft 5 in an axial direction.

15           The worm shaft 7 is rotatably supported through bearings 9, 10 at both side ends thereof within the housing 3.

            In the present embodiment, the cooling fan 20 is fitted to the worm shaft 7 of the worm gear speed  
20           reducer and can rotate together with the worm shaft 7.

            As shown in FIGS. 1B and 2, the cooling fan 20 is constructed in such a way that a vane portion 22 is injection-molded of a resin and fitted to a metallic cored bar 21. Thus, the thus-constructed  
25           cooling fan 20 is fixedly press-fitted onto the worm shaft 7.

            The housing 3 is formed with a circulation path

23 through which a portion on the side of the worm shaft 7 and a portion on the side of the worm wheel 2 within a gear chamber 11 communicate with each other, and this circulation path 23 serves to circulate the air within the gear chamber 11.

Further, an external surface of the housing 3 is formed with a multiplicity of heat radiation fins 24.

Thus, according to the present embodiment, the cooling fan 20 is fitted onto the worm shaft 7. Therefore, in the worm gear chamber 11, the cooling fan 20 rotates as the worm shaft 7 rotates, whereby the air is forcibly circulated within the gear chamber 11, thus cooling off the worm 6 and also the resinous meshing tooth 2a of the worm wheel 2. This prevents deterioration of the resinous meshing tooth 2a that is caused by a heat loss, thereby increasing a life-time of the resinous meshing tooth 2a with improved durability thereof and downsizing the worm gear speed reducer. Mountability of the downsized worm gear speed reducer on the vehicle can be therefore improved.

Further, the heat radiation of the meshing tooth of the worm 6 is accelerated by positively blowing the air onto the surface of the meshing tooth of the metallic worm 6 exhibiting comparatively a high coefficient of thermal conductivity. The

surface of the meshing tooth of the worm 6, of which a temperature consequently decreases, is brought into contact with the resinous meshing tooth 2a of the worm wheel 2, thereby enabling a further decrease in temperature of the resinous meshing tooth 2a of the worm wheel 2.

Moreover, a heat generation quantity (W) rises in proportion with transmission power and is given by Tooth Face Pressing Load (N) X Frictional Coefficient X Slide Speed (m/s). The heat generation quantity (W) is also proportional to the number of rotations. Hence, the cooling fan 20, which increases an air flow rate as the number of rotations rises, is provided, whereby the heat from a meshing portion of the meshing tooth 2a can be effectively radiated through air-cooling, and resultantly the life-time of the resinous meshing tooth 2a of the worm wheel 2 can be improved.

Moreover, the housing 3 is formed with the circulation path 23 for circulating the air within the gear chamber 11, and hence the air circulation within the gear chamber can be further accelerated.

For example, when rotating the worm shaft 7 in one direction, the cooling fan 20 rotates, and the air in the gear chamber 11 can be circulated along a route such as the cooling fan 20 → the worm 6 → the meshing teeth 2a of the worm wheel 2 → an outer

peripheral portion of the worm wheel 2 → the circulation path 23. When rotating the worm shaft 7 in the other direction, the air flows in the opposite direction.

5           Furthermore, the external surface of the housing 3 is formed with the heat radiation fins 24, and it is therefore possible to further improve the heat radiation property.

10           Note that the present invention is not limited to the embodiment discussed above and can be modified in a variety of forms. In the power steering apparatus for the vehicle according to the present invention, a drive source of the auxiliary steering torque is not limited to the electric motor, and  
15           other drive sources are available. Further, the material of the meshing tooth of the worm wheel is not limited to the resin.

20           As discussed above, according to the present invention, since the cooling means for cooling the interior of the gear chamber of the worm gear speed reducer is provided, the worm is cooled, and also the meshing tooth of the worm wheel is cooled as well. This prevents the deterioration of the meshing tooth that is caused by the heat loss, thereby scheming to  
25           increase the lifetime of the meshing tooth with the improved durability thereof and to downsize the worm gear speed reducer. The mountability of the

downsized worm gear speed reducer on the vehicle can be therefore improved.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. In an electric power steering apparatus constructed such that a rotational output of a drive source is, as an auxiliary steering torque,  
5 decelerated by a worm gear speed reducer and thus transmitted to a steering shaft so as to assist a steering force applied to a steering wheel, and travelling wheels are thereby steered,

a power steering apparatus for a vehicle,  
10 comprising:

cooling means for cooling an interior of a gear chamber of said worm gear speed reducer.

2. A power steering apparatus for a vehicle  
15 according to claim 1, wherein said cooling means is constructed of a cooling fan attached to a worm of said worm gear speed reducer.

3. A power steering apparatus for a vehicle  
20 according to claim 1 or 2, wherein housing of said worm gear speed reducer is provided with a circulation path for circulating the air in said gear chamber.

4. A power steering apparatus for a vehicle  
25 according to claim 1 or 2, wherein said cooling means is constructed of heat radiation fins formed on an



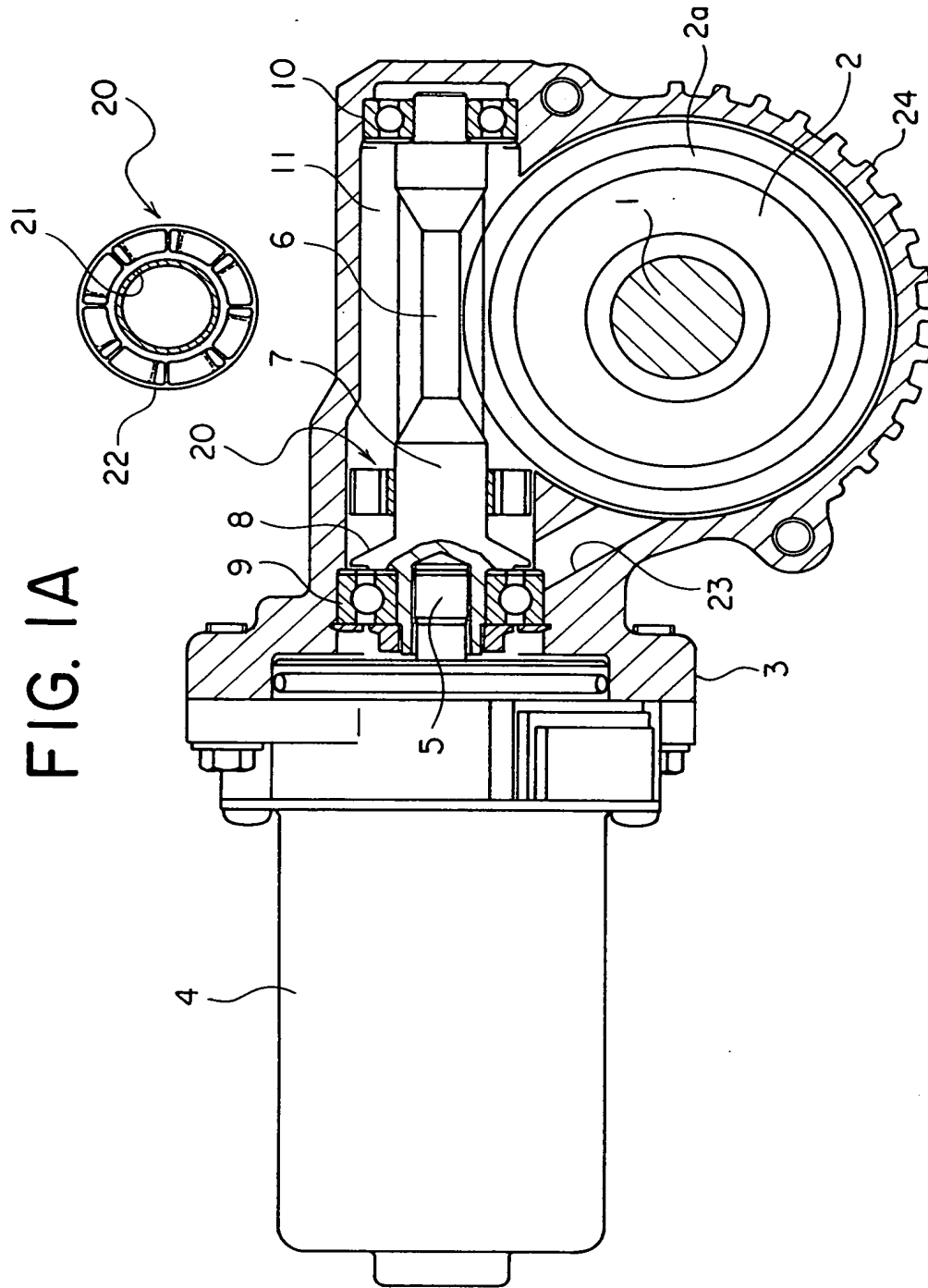
external surface of said housing of said worm gear speed reducer.

5        5. A power steering apparatus for a vehicle  
according to claim 3, wherein said cooling means is  
constructed of the heat radiation fins formed on the  
external surface of said housing of said worm gear  
speed reducer.

Abstract

An electric power steering apparatus is constructed such that a rotational output of a drive source is, as an auxiliary steering torque,  
5 decelerated by a worm gear speed reducer and thus transmitted to a steering shaft so as to assist a steering force applied to a steering wheel, and travelling wheels are thereby steered, wherein the electric power steering apparatus includes cooling  
10 means for cooling an interior of a gear chamber of the worm gear speed reducer by circulating the air within the gear chamber thereof.

FIG. 1B



2 / 2

FIG. 2

